

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 10116766

(43)Date of publication of application: 06.05.1998

(51)Int.CI.

H01L 21/027

(21)Application number: 08269973

(71)Applicant:

CANON INC

(22)Date of filing: 11.10.1996

(72)Inventor:

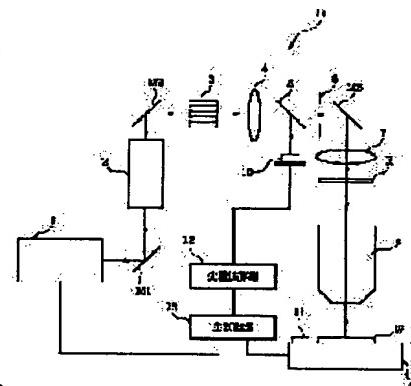
TAKAHASHI KAZUHIRO

(54) ALIGNER AND FABRICATION OF DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To expose a substrate with a correct amount of exposure by providing means for sustaining the transmittance of an illumination optical system at a substantially constant value.

SOLUTION: An illuminance meter 11 is shifted into the illumination area of a projection optical system 8 by means of an XY stage 9. Light is then emitted from a laser 1 and the transmittance is measured for optical systems 7, 8 based on the ratio of output between a detector 10 and the illuminance meter 11. When the transmittance thus measured exceeds over a predetermined range, light is emitted from a light source 1 by delivering a command from a main control section 13. The ratio of output between the detector 10 and the illuminance meter 11 is also measured during emission of light in order to determine the transmittance of the optical systems 7, 8 and when it reaches a target value within a specified range, emission of light from the laser 1 is interrupted by the main control section 13. The aligner measures the quantity of light being accumulated during exposure using a beam splitter 5 and the detector 10 and controls exposure of a photosensitive substrate W. According to the method, the photosensitive substrate can be exposed at a correct intensity by sustaining the transmittance of the optical systems 7, 8 at a substantially constant value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

MENU SEARCH INDEX DETAIL

特開平10-116766

(43) 公開日 平成10年(1998)5月6日

(51) Int. Cl.⁶

H01L 21/027

識別記号

F I

H01L 21/30

515 B

515 D

審査請求 未請求 請求項の数44 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平8-269973

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

(22) 出願日 平成8年(1996)10月11日

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 高橋 和弘

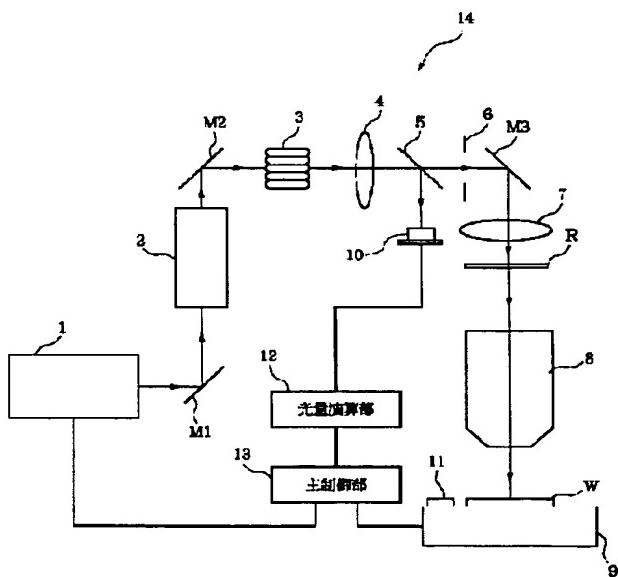
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 丸島 儀一

(54) 【発明の名称】露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 被露光基板を正しい露光量で露光すること。
 【解決手段】 エキシマレーザー1からのレーザー光を、実際の露光動作とは別に、適宜、レンズ7と投影光学系8とに所定量照射することにより、レンズ7と投影光学系8の透過率をほぼ一定に維持しておく。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照明光学系によりマスクを照明し、前記マスクのパターンに応じて基板を露光する露光装置において、前記照明光学系の一部又は全部の透過率をほぼ一定に維持する透過率維持手段を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 照明光学系によりマスクを照明し、前記マスクのパターンを投影光学系により基板上に投影する露光装置において、前記照明光学系及び投影光学系より成る系の一部又は全部の透過率をほぼ一定に維持する透過率維持手段を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 3】 前記照明光学系は光入出射面に反射防止膜が形成された複数の光学素子を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 の露光装置。

【請求項 4】 前記照明光学系は増反射膜が形成された反射鏡を有することを特徴とする請求項 3 の露光装置。

【請求項 5】 前記照明光学系と前記投影光学系は夫々光入出射面に反射防止膜が形成された複数の光学素子を有することを特徴とする請求項 2 の露光装置。

【請求項 6】 前記複数の光学素子は複数のレンズ素子を含むことを特徴とする請求項 3 又は 5 の露光装置。

【請求項 7】 前記照明光学系は光源からの光を分割する光分割手段を有し、

更に、前記光分割手段により得られる前記光源からの光の一部を受光する光電変換手段と、該光電変換手段の出力に基づいて前記基板に対する露光量を検出し、制御する露光量制御手段とを設けたことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかの露光装置。

【請求項 8】 前記透過率維持手段は、前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率をほぼ一定に維持することを特徴とする請求項 7 の露光装置。

【請求項 9】 前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を測定する透過率測定手段を有することを特徴とする請求項 7 の露光装置。

【請求項 10】 前記透過率測定手段は、前記光電変換手段と、前記基板を保持して移動する基板保持手段上に少なくとも受光部を設けた第 2 の光電変換手段とを有し、前記第 2 の光電変換手段を前記光分割手段と前記基板の間の光学系の光出射面に対向させた状態で前記光電変換手段と前記第 2 光電変換手段により各々に入射する光を光電変換し、前記光電変換手段と前記第 2 の光電変換手段の各々の出力の比を計算し、該出力比に基づいて前記透過率を求める特徴とする請求項 9 の露光装置。

【請求項 11】 前記透過率維持手段は、前記光源からの光を前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率をほぼ一定に維持することを特徴とする請求項 8 乃至請求項 10 のいずれかの露光装置。

【請求項 12】 実際の露光動作とは別に、前記光電変

換手段の出力を用いて前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を推定しながら前記光源からの光を前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより、前記光分割手段と前記基板の間の透過率を所望の値に設定することを特徴とする請求項 11 の露光装置。

【請求項 13】 前記光電変換手段の出力と時間情報とを用いて前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率の変化量を推定し、透過率の変化量が所定の値を超えた時には、実際の露光動作とは別に、前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を所望の値に設定することを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 の露光装置。

【請求項 14】 実際の露光動作とは別に、一定の周期で前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率をほぼ維持することを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 の露光装置。

【請求項 15】 前記一定の周期は 1 日乃至 2 日であることを特徴とする請求項 14 の露光装置。

【請求項 16】 前記透過率測定手段を用いて前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を測定し、測定値が所定の範囲内に無い時には、実際の露光動作とは別に、前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を所望の値に設定することを特徴とする請求項 11 の露光装置。

【請求項 17】 実際の露光動作の前に前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を所望の値に設定することを特徴とする請求項 11 乃至請求項 15 のいずれかの露光装置。

【請求項 18】 前記光分割手段と前記基板の間の光学系は前記マスクのパターンを前記基板上に投影する投影光学系を含むことを特徴とする請求項 11 乃至請求項 17 の露光装置。

【請求項 19】 前記光源からの光を前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記投影光学系に生じる光学特性の変動を補正する補正手段を有することを特徴とする請求項 18 の露光装置。

【請求項 20】 前記補正手段は所望の時刻における前記光学特性の変動量を予測する予測手段と前記変動量に応じて装置を調整する調整手段とを有することを特徴とする請求項 19 の露光装置。

【請求項 21】 前記光学特性は前記投影光学系の投影倍率を含み、前記調整手段は、前記投影光学系におけるレンズ素子又は前記マスクを前記投影光学系の光軸方向に移動させる移動手段、前記投影光学系におけるレンズ間の空間の圧力を変える圧力変更手段、及び前記光源からの光の波長を変える波長変更手段の少なくとも一つを

有することを特徴とする請求項20の露光装置。

【請求項22】 前記光学特性は前記投影光学系による前記マスクパターンの結像位置を含み、前記調整手段は、前記基板を前記投影光学系の光軸方向に移動させる移動手段、前記投影光学系におけるレンズ間の空間の圧力を変える圧力変更手段、及び前記光源からの光の波長を変える波長変更手段の少なくとも一つを有することを特徴とする請求項20又は請求項21の露光装置。

【請求項23】 光源からの光を照明光学系によりマスクに照射し、前記マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に投影する露光装置において、前記照明光学系及び投影光学系の透過率がほぼ一定に維持されるように前記光源からの光を前記照明光学系及び投影光学系に照射する透過率維持手段を有することを特徴とする露光装置。

【請求項24】 前記照明光学系は増反射膜が形成された反射鏡を有することを特徴とする請求項23の露光装置。

【請求項25】 前記照明光学系と前記投影光学系は夫々光入出射面に反射防止膜が形成された複数の光学素子を有することを特徴とする請求項23の露光装置。

【請求項26】 前記複数の光学素子は複数のレンズ素子を含むことを特徴とする請求項25の露光装置。

【請求項27】 前記照明光学系は光源からの光を分割する光分割手段を有し、

更に、前記光分割手段により得られる前記光源からの光の一部を受光する光電変換手段と、該光電変換手段の出力に基づいて前記基板に対する露光量を検出し、制御する露光量制御手段とを設けたことを特徴とする請求項23乃至26のいずれかの露光装置。

【請求項28】 前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率を測定する透過率測定手段を有することを特徴とする請求項27の露光装置。

【請求項29】 前記透過率測定手段は、前記光電変換手段と、前記基板を保持して移動する基板保持手段上に少なくとも受光部を設けた第2の光電変換手段とを有し、前記第2の光電変換手段を前記光分割手段と前記基板との間の光学系の光出射面に対向させた状態で前記光電変換手段と前記第2光電変換手段により各々に入射する光を光電変換し、前記光電変換手段と前記第2の光電変換手段の各々の出力の比を計算し、該出力比に基づいて前記透過率を求ることを特徴とする請求項28の露光装置。

【請求項30】 実際の露光動作とは別に、前記光電変換手段の出力を用いて前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率を推定しながら前記光源からの光を前記光分割手段と前記基板との間の光学系に照射することにより、前記光分割手段と前記基板との間の透過率を所望の値に設定することを特徴とする請求項27の露光装置。

【請求項31】 前記光電変換手段の出力と時間情報と

を用いて前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率の変化量を推定し、透過率の変化量が所定の値を超えた時には、実際の露光動作とは別に、前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板との間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率を所望の値に設定することを特徴とする請求項27又は請求項28の露光装置。

【請求項32】 実際の露光動作とは別に、一定の周期で前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板との間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率をほぼ維持することを特徴とする請求項27又は請求項28の露光装置。

【請求項33】 前記一定の周期は1日乃至2日であることを特徴とする請求項32の露光装置。

【請求項34】 前記透過率測定手段を用いて前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率を測定し、測定値が所定の範囲内に無い時には、実際の露光動作とは別に、前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板との間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率を所望の値に設定することを特徴とする請求項27の露光装置。

【請求項35】 実際の露光動作の前に前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板との間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率を所望の値に設定することを特徴とする請求項27乃至請求項34のいずれかの露光装置。

【請求項36】 前記光源からの光を前記投影光学系に照射したことにより前記投影光学系に生じる光学特性の変動を補正する補正手段を有することを特徴とする請求項27乃至請求項35のいずれかの露光装置。

【請求項37】 前記補正手段は所望の時刻における前記光学特性の変動量を予測する予測手段と前記変動量に応じて装置を調整する調整手段とを有することを特徴とする請求項36の露光装置。

【請求項38】 前記光学特性は前記投影光学系の投影倍率を含み、前記調整手段は、前記投影光学系におけるレンズ素子又は前記マスクを前記投影光学系の光軸方向に移動させる移動手段、前記投影光学系におけるレンズ間の空間の圧力を変える圧力変更手段、及び前記光源からの光の波長を変える波長変更手段の少なくとも一つを有することを特徴とする請求項20の露光装置。

【請求項39】 前記光学特性は前記投影光学系による前記マスクパターンの結像位置を含み、前記調整手段は、前記基板を前記投影光学系の光軸方向に移動させる移動手段、前記投影光学系におけるレンズ間の空間の圧力を変える圧力変更手段、及び前記光源からの光の波長を変える波長変更手段の少なくとも一つを有することを特徴とする請求項37又は請求項38の露光装置。

【請求項40】 露光の為の光源としてエキシマレーザーを有することを特徴とする請求項1乃至請求項39の

露光装置。

【請求項41】前記エキシマレーザーはK r Fエキシマレーザー又はA r Fエキシマレーザーであることを特徴とする請求項40の露光装置。

【請求項42】前記照明光学系は前記マスク上に転写するべきパターン全体の幅よりも小さい幅のスリット状の照明領域を形成するよう構成されており、前記マスクと前記基板を前記照明光学系に対して前記スリット状照明領域の長手方向と直交する方向に走査することにより、前記マスクのパターン全体を前記基板上に転写することを特徴とする請求項1乃至請求項41の露光装置。

【請求項43】前記照明光学系は前記マスク上に転写すべきパターン全体の大きさとほぼ同じ大きさの照明領域を形成するよう構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項41の露光装置。

【請求項44】請求項1乃至請求項44のいずれかの露光装置を用いてデバイスパターンを基板上に転写する段階を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は露光装置及びデバイス製造方法に関し、特にI C、L S I等の半導体素子、C C D等の撮像素子、液晶パネル等の表示素子、又は磁気ヘッド等のセンサーのような各種デバイスを製造する際の露光工程に使用される露光装置と、上記各種デバイスを製造するためのデバイス製造方法とに関する。

【0002】

【従来の技術】投影露光装置の照明光学系や投影光学系の透明プレートやレンズやプリズム等の光学素子の表面には、反射防止膜（光学薄膜）が形成されている。反射防止膜の形成は、光源からの光を効率良く感光基板上に導くためと、フレアやゴーストが感光基板上へ入射するのを防止する事が目的である。これらの装置の光源は強力な紫外光を発生するため、照明光学系や投影光学系の光学素子の表面に強力な紫外光が照射される。特に光源がエキシマレーザーのような紫外のパルス光を放射する場合、紫外光の単位時間当たりのエネルギーが非常に大きいため、反射防止膜の分光反射率特性や各面の吸収率がわずかではあるが変化し、分光透過率が変化する。一般に照明光学系と投影光学系の光学素子の面の数は合計で数十面程度でもあり、一面あたりの分光透過率変化が小さくとも、全体では大きな分光透過率変化となる。

【0003】この紫外光照射により生じた反射防止膜の分光反射率特性の変化は、紫外光照射を停止した場合には、元の分光反射率特性に戻る。従って、照明光学系や投影光学系の透過率が装置の使用状態によって変動する。この現象は、強力な紫外光が入射することで膜中の水分や有機物が脱離する一方、紫外光が入射しない状態では、環境中の水分や有機物が膜に吸着されるため起こると考えられる。

10

【0004】

【発明が解決しようとする課題】感光基板上に供給する露光量は、通常照明光学系内に配置した受光素子により紫外光の一部を受光し感光基板上の光量を検出することによって制御されている。従って、前述の現象に伴い受光素子以降の（照明）光学系と投影光学系の透過率が変化すると、受光素子に入射する光量と感光基板上の光量の比が変化してしまうため、光量検出値に誤差が生じ、感光基板を正しい露光量で露光することができなくなってしまう。

【0005】また、反射防止膜の分光反射率の変動によって、感光基板上の照度分布が変化する場合もある。

【0006】そこで本発明の目的は、基板を正しい露光量で露光することができる露光装置とデバイス製造方法とを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の形態は、照明光学系によりマスクを照明し、前記マスクのパターンに応じて基板を露光する露光装置において、前記照明光学系の一部又は全部の透過率をほぼ一定に維持する透過率維持手段を有する。

【0008】また、上記目的を達成するために、本発明の第2の形態は、照明光学系によりマスクを照明し、前記マスクのパターンを投影光学系により基板上に投影する露光装置において、前記照明光学系及び投影光学系により成る系の一部又は全部の透過率をほぼ一定に維持する透過率維持手段を有する。

【0009】また、上記目的を達成するために、本発明の第3の形態は、光源からの光を照明光学系によりマスクに照射し、前記マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に投影する露光装置において、前記照明光学系及び投影光学系の透過率がほぼ一定に維持されるように前記光源からの光を前記照明光学系及び投影光学系に照射する透過率維持手段を有する。

【0010】上記第1乃至第3の形態において、前記照明光学系が光入射面に反射防止膜が形成された複数の光学素子を有する場合がある。前記照明光学系が増反射膜が形成された反射鏡を有する場合がある。前記照明光学系と前記投影光学系が夫々光入射面に反射防止膜が形成された複数の光学素子を有する場合があり、この際前記複数の光学素子が複数のレンズ素子を含む場合がある。

【0011】上記第1乃至第3の形態において、前記照明光学系が光源からの光を分割する光分割手段を有し、更に、前記光分割手段により得られる前記光源からの光の一部を受光する光電変換手段と、該光電変換手段の出力に基づいて前記基板に対する露光量を検出し、制御する露光量制御手段とを設ける場合があり、この際前記透過率維持手段は少なくとも前記光分割手段と前記基板との間の光学系の透過率をほぼ一定に維持する。また、前記

20

30

30

40

50

光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を測定する透過率測定手段を有する場合があり、この際前記透過率測定手段は、前記光電変換手段と、前記基板を保持して移動する基板保持手段上に少なくとも受光部を設けた第2の光電変換手段とを有し、前記第2の光電変換手段を前記光分割手段と前記基板の間の光学系の光出射面に対向させた状態で前記光電変換手段と前記第2の光電変換手段により各々に入射する光を光電変換し、前記光電変換手段と前記第2の光電変換手段の各々の出力の比を計算し、該出力比に基づいて前記透過率を求める。

【0012】また、上記第1乃至第3の形態において、前記透過率維持手段が前記光源からの光を前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率をほぼ一定に維持する場合があり、実際の露光動作とは別に、前記光電変換手段の出力を用いて前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を推定しながら前記光源からの光を前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより、前記光分割手段と前記基板の間の透過率を所望の値に設定する。特に、前記光電変換手段の出力と時間情報を用いて前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率の変化量を推定し、透過率の変化量が所定の値を超えた時には、実際の露光動作とは別に、前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を所望の値に設定する場合、実際の露光動作とは別に「1日（24時間）に一回所定時刻に」や「2日（48時間）に一回所定時刻に」といった一定の周期で前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率をほぼ維持する場合、前記透過率測定手段を用いて前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を測定し、測定値が所定の範囲内に無い時には、実際の露光動作とは別に、前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を所望の値に設定する場合等がある。どの場合も通常は（最初の）露光動作の前に前記光源からの光を所定の光量だけ前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記光分割手段と前記基板の間の光学系の透過率を所望の値に設定しておく。前記光分割手段と前記基板の間の光学系が前記マスクのパターンを前記基板上に投影する投影光学系を含む場合、前記光源からの光を前記光分割手段と前記基板の間の光学系に照射することにより前記投影光学系に生じる光学特性の変動を補正する補正手段を有する場合があり、この際前記補正手段は所望の時刻における前記光学特性の変動量を予測する予測手段と前記変動量に応じて装置を調整する調整手段とを有する場合がある。また、前記光学特性は前記投影光学系の投影倍

率を含み、前記調整手段は、前記投影光学系におけるレンズ素子又は前記マスクを前記投影光学系の光軸方向に移動させる移動手段、前記投影光学系におけるレンズ間の空間の圧力を変える圧力変更手段、及び前記光源からの光の波長を変える波長変更手段の少なくとも一つを有する。更に前記光学特性は前記投影光学系による前記マスクパターンの結像位置を含み、前記調整手段は、前記基板を前記投影光学系の光軸方向に移動させる移動手段、前記投影光学系におけるレンズ間の空間の圧力を変える圧力変更手段、及び前記光源からの光の波長を変える波長変更手段の少なくとも一つを有する。

【0013】上記第1乃至第3の形態において、露光の為の光源としてKrFエキシマレーザー又はArFエキシマレー等のエキシマレーザーを有する場合がある。また、前記照明光学系は前記マスク上に転写すべきパターン全体の幅よりも小さい幅のスリット状の照明領域を形成するよう構成されており、前記マスクと前記基板を前記照明光学系に対して前記スリット状照明領域の長手方向と直交する方向に走査することにより、前記マスクのパターン全体を前記基板上に転写する場合、前記照明光学系は前記マスク上に転写すべきパターン全体の大きさとほぼ同じ大きさの照明領域を形成するよう構成されている場合がある。

【0014】本発明のデバイス製造方法は上記の様々な露光装置のいずれかを用いてデバイスパターンを基板上に転写する段階を含むものである。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は本発明の露光装置の概略構成を示した図である。1は光源であるエキシマレーザ、2は光源1からのレーザ光を整形してかつインコヒーレント化するビーム整形光学系、3はオプティカルインテグレータ、4は2次光源を形成するフライアイレンズ当のオプティカルインテグレータ3からの光束でマスキングブレード6の開口部付近を照明する集光レンズである。5はオプティカルインテグレータ3からの光束の一部を取り出すビームスプリッター（ハーフミラー）であり、この一部の光束は光検出器10（以下、「ディテクタ10」と記す。）に入射し、ディテクタ10の光電変換出力に基づいて露光量のモニターが行われる。マスキングブレード6は4枚の独立に稼働する遮光板から構成され、その開口部が結像レンズ7によってレチクル（マスク）R上に投影され、レチクルRの所定の領域のみが照明される。M1、M2、M3は光路を折り曲げるための折り曲げミラーで、反射面に増反射膜が形成されている。レチクルR上の回路パターンは投影光学系8によって感光基板W上に投影される。9は感光基板を保持し、XYにステップ移動するXYステージである。XYステージ9上には、感光基板W面相当面上の照度を測定する照度計11が配置されている。12はディテクタ10によって計測された光量から積算光量を計算するための演

算部、13は投影露光装置の主制御部である。

【0016】図2はレーザー1からの光束により照射された場合の、積算(照射)光量と結像レンズ7と投影光学系8とにより成る系の透過率の変動の関係を示すグラフ図であり、この図は予め測定した結果を表している。測定は、照度計11をXYステージ9によって投影光学系8の下方の照射領域内に移動させてディテクタ10で測定された積算値に対して、単位時間当たりのディテクタ10との出力と単位時間当たりの照度計11の出力を検出し、両者の出力比を求めて行なった。図2に示すように、照射によって系の透過率が徐々に上昇して、ある積算光量以上では透過率が飽和する。

【0017】図3は光束の照射を行なわず装置を放置した状態での集光レンズ7と投影光学系8とから成る系の透過率の時間的変動を示した図である。測定は図2の場合と同様な位置に照度計11を移動させて、定期的に一定の時間だけ光源1を発光させて透過率を計測した結果である。装置を放置する場合、時間の経過とともに系の透過率が徐々に低下し、ある値で一定となっていることが、図3から分る。

【0018】図2、図3に示された結果に基づいて、図1の投影露光装置の主制御部13は、装置が使用されている状態の場合はディテクタ10によってモニタされる単位時間内の積算光量と、マスキングブレード6の開口面積レチクルRの透過率の各数値から集光レンズ7と投影光学系8とから成る系の透過率の値を推定し、放置されている場合は放置前の透過率と放置時間から集光レンズ7と投影光学系8とから成る系の透過率を推定している。放置時に、集光レンズ7と投影光学系8から成る系の透過率の値がある予め決められた数値(しきい値)を下回った場合には、主制御部13は、実際の露光動作とは別にレーザー1に指令を出して集光レンズ7と投影光学系8から成る系の透過率の値が予め決めた数値まで上昇するまでレーザー1を発光させて光束を系に照射する。

【0019】この時、集光レンズ7と投影光学系8から成る系に照射される積算光量をディテクタ10で出力から、演算部12で計算した値が目標値に達した場合、主制御部13がレーザー1の発光を停止させる。

【0020】また、装置の最初の使用前にも同様に系の透過率の値が予め決めた数値まで上昇するようにレーザー1を発光させて光束を系に照射しておく。これは後述する各実施例の場合も同様である。

【0021】積算光量は、このようにディテクタ10で実際の光量をモニタして決定する以外に、本実施例のようにパルスレーザを光源とする場合は照射パルス数や照射時間で制御する方法でも良い。光源1がランプの場合には、あらかじめ決められた時間だけ不図示のシャッタを開ける方法でも良い。

【0022】エキシマレーザー1にはスペクトル線の半

値幅が3pm以下に狭帯域化されたKrFエキシマレーザーやArFエキシマレーザーが使用できる。本実施例の投影光学系8はSiO₂のみで構成されたレンズ系を用いるが、SiO₂レンズとCaF₂レンズを組み合わせたレンズ系を用いる場合もある。又、投影光学系8としてレンズと凹面鏡を備えるカタジオオプティックスを用いる場合もある。更にこれらの投影光学系において、より解像力を向上させつつ透過率を上げるために、非球面レンズや、バイナリオプティックスやキノフォーム等の回折光学素子を用いると良い。以下の実施例も同様である。

【0023】ビーム整形光学系2の具体的な構成は本願出願人の特開平5-47639号公報に記載されているので、ここでは説明しない。

【0024】図2において、飽和時の透過率の値は、光学系7&8に対する光照射の開始前の透過率の値から数パーセント上昇しており、飽和するまでに数十時間という長い時間がかかる。

【0025】本実施例では、正確な露光量制御を行なうために、光学系7&8の透過率の値が飽和時の透過率の値を中心にして±1パーセント以内の一定範囲に維持されるように、適宜、光学系7&8に光束を照射している。又、このような透過率の制御を行なうことによりレチクルRや感光基板W上の照度ムラも小さく維持できる。以下の実施例でも同様である。尚、この範囲を必要に応じて、又、装置の種類に応じて適宜変えられることは言うまでもない。

【0026】本実施例では、集光光学系7と投影光学系8から成る系の透過率が、照射によって上昇し、放置で低下する例を示したが、照明光学系14や投影光学系8を構成するレンズ、プリズム、プレート等の各種光学素子の光入出射面に形成された反射防止膜の特性によっては、この逆の現象もあり、その場合にも本発明は適用できる。本実施例の反射防止膜はAl₂O₃とSiO₂の交互層よりなり、各ミラー上に形成してある増反射膜はH_aO₂とSiO₂の交互層より成る。

【0027】図2、図3の結果から、放置した状態でも光学系7&8の透過率の変動が前記の一定範囲を越えるのに要する時間が解るため、主制御部13によりこの時間が経過する間にレーザー1を、ディテクタ10の出力の積算値が所定の積算光量となるまで発光させて、光学系7&8の透過率を前記一定範囲内に維持しても良い。

【0028】また、何らかの理由で装置が休止した状態が継続し、透過率が前記の一定範囲を超てしまう場合にも、この状況に対応した積算光量をあらかじめ決定しておき、装置が復旧した時点で実際の露光動作開始前に主制御部13によってレーザー1を自動的に発光させてディテクタ10を用いて必要な量の光束を光学系7&8に照射する。積算光量は照射する全パルス数で制御しても良い。

【0029】この実施例においては、例えば1日に一回や2日に一回夫々所定時刻に実際の露光動作とは別に、レーザー1を発光させる。

【0030】図1の露光装置において、照度計11をXYステージ9によって投影光学系8の照射領域内に移動し、レーザー1を発光させてディテクタ10と照度計11の出力比から光学系7&8の透過率を計測する。計測した透過率の結果が前記一定範囲を超えた場合には、主制御部13からの指令によって光源1を発光させる。発光させている間にもディテクタ10と照度計11の出力比の量を測定して光学系7&8の透過率を求め、光学系7&8透過率が前記一定範囲内の目標値に達した段階で主制御部13によりレーザー1の発光を停止させても良い。

【0031】図4は本発明の露光装置の他の実施例の概略構成を示している。図4において、図1の装置と同じ部材には図1と同じ符号を付し、説明を省略する。

【0032】21は投影光学系8の一部であるフィールドレンズであり、フィールドレンズ駆動機構22により保持され、かつ主制御部13からの指令に基づいて光学系8の光軸方向に駆動されることによって、投影光学系8の投影倍率を補正している。23、24は感光基板Wの表面の光軸方向についての高さを検出するオートフォーカス検出系を示して、23は感光基板Wを照明する照明装置、24は感光基板Wの表面で反射されて光を受光する受光装置であり、主制御部13は受光位置に応じて感光基板Wの位置を検出し、この結果に基づいて、感光基板Wの表面が投影光学系8のベストフォーカス面に一致するように、XYステージ9上のZステージ25を駆動する。26は投影光学系のピント位置や投影倍率等の光学特性の変動量を計算する光学性能予測部である。

【0033】レーザー1からの光束が投影光学系8に入射すると、投影光学系8内のレンズが光を一部を吸収して温度がわずかに上昇する。光学特性予測部26はディテクタ10の光量計測結果と、マスキングブレード6の開口面積と、レチクルRの透過率の数値から、投影光学系8の光学特性の変動を予測する。

【0034】図5は、投影光学系8に光が入射した場合のピント位置の変動量の予測値を示した図である。これはピント位置についてのグラフであるが、投影倍率の変動も同様に予測される。

【0035】主制御部13は、光学特性予測部26の予測結果に基づいて、倍率に関してはフィールドレンズ駆動機構22に駆動命令を出して、フィールドレンズを光軸方向の所定の位置に駆動し投影光学系8の投影倍率の変動分を補正する。ピント位置の変動に関しては、受光装置24で計測される高さ情報に所定のオフセット値を考慮することで、感光基板Wの表面が、照射によってその位置が変動する投影光学系8のピント面に常に一致するようにZステージ25を光軸方向駆動する。

【0036】主制御部13は、投影光学系8の光学特性の変化量を光学特性予測部26によって予測し、その結果に応じてセンサー(23、24)を含むオートフォーカス系に予測値に対応した前記のオフセットを送る。主制御部13は、この変化量を計算するためのパラメータを取り込む。このパラメータは光学系7&8への光束照射時間t、照射と照射の間の時間t'、ディテクター10の出力、マスキングブレード6の開口面積、レチクルRの透過率から計算される光学系8への照射光量QD、レチクルR毎の固有の係数Da等である。

【0037】光学特性予測部26では、これらのパラメータと装置固有に設定されている係数から、繰り返し照射が行なわれる間の光学特性の変化を予測する。この計算を投影光学系8のピント位置の変化ΔFを例にとって説明する。この計算には数1式を用いる。

$$\Delta F = \Delta F_1 + \Delta F_2$$

$$\Delta F_1 = SF \cdot QD \cdot Da \cdot DT$$

$$\Delta F_2 = \Delta F' \cdot \exp(-k_f \cdot t)$$

ここで、SFは比例定数、QDは回路パターンを通過した光の総光量に対応するパラメータ、Daはレチクル毎の固有の補正係数、DTは計算の単位時間の間に光照射が行なわれていた時間の割合、 k_f は投影光学系4の光学素子の熱伝導を表わすパラメータである。 $\Delta F'$ は1つ前の単位時間に計算された投影光学系8のピント位置の変化量である。 ΔF_1 は投影光学系8の熱吸収による単位時間あたりのピント位置の変化量、 ΔF_2 は投影光学系8の放熱による単位時間あたりのピント面の変動量である。さらに、 ΔF_2 を複数の光の線形結合として表わすことも可能である。

【0039】光学特性予測部26による計算は、単位時間毎に順次繰り返し行われ、この計算により得られる投影光学系8のピント位置の変動量は、図5のように包絡線が自然対数の関数で表わせられる曲線を描いて変化していくのである。

【0040】投影光学系8の投影倍率の補正は、フィールドレンズ21を駆動する駆動手段22以外にも、例えば投影光学系8の光入射側テセントリックではない場合にはレチクルRを投影光学系8の光軸方向に移動させる駆動手段や、投影光学系8内の一对のレンズ間を密閉空間として該空間の圧力を変える圧力変更手段や、光源であるエキシマレーザー1の発振波長を変える波長変更手段の少なくとも一つを設けることでも行なえる。

【0041】また、投影光学系8によるレチクルRのパターンの結像位置即ちピント位置の変動の補正是、感光基板Wを投影光学系8の光軸方向に移動させる移動手段以外にも、投影光学系8内の一对のレンズ間を密閉空間として該空間の圧力を変える圧力変更手段や、光源であるエキシマレーザー1の発振波長を変える波長変更手段の少なくとも一つを設けることでも行なえる。

【0042】図1乃至図5の実施例では投影型の露光装

置を開示しているが、反射防止膜が光入出射面形成された多数のレンズを備える照明光学系を持つ、プロキシミティー型やコンタクト型の露光装置等、本発明と同様の問題が生じる露光装置のいずれにも本発明が適用できる。

【0043】又、図1乃至図5の実施例の露光装置は、ビームスプリッター5、ディテクター10を用いて露光中に積算光量を測定することにより感光基板Wへの露光量の制御を行なっているが、例えばエキシマレーザー1からの複数のパルス光を一定数感光基板に照射するような露光量制御を行なう形態も考えられる。

【0044】又、以上の説明では光学系7&8の透過率をほぼ一定に維持することとしているが、これは、少なくとも光学系7&8の透過率がほぼ一定であれば正しい露光量で感光基板を露光できるからであり、照明光学系14及び投影光学系8より成る系の透過率をほぼ一定に維持するように構成しても良い。実際、この系の透過率変動の特性も図2及び図3に示したものと殆ど同じであり、従って図1乃至図5の実施例の露光装置では照明光学系14及び投影光学系8より成る透過率がほぼ一定に維持されている。

【0045】次に上記説明した露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。図6は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、あるいは液晶パネルやCCD等）の製造のフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0046】図7は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ

18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0047】本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを製造することができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、照明光学系や投影光学系の透過率がほぼ一定に維持されるので、常に正しい露光量でウエハ等の被露光基板を露光でき、KrFエキシマレーザーやArFエキシマレーザー等の大強度のパルス光を放射する紫外線レーザーを光源として用いる露光装置やデバイス製造方法に特に効果的である。又、被露光面上での照度むらを小さく維持できるという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の露光装置の一実施例を示す概略図である。

【図2】積算光量と透過率の関係を示すグラフ図である。

【図3】放置時間（光を当てない時間）と透過率の関係を示すグラフ図である。

【図4】本発明の露光装置の他の実施例を示す概略図である。

【図5】投影レンズ系のピント位置の変動の様子を示す説明図である。

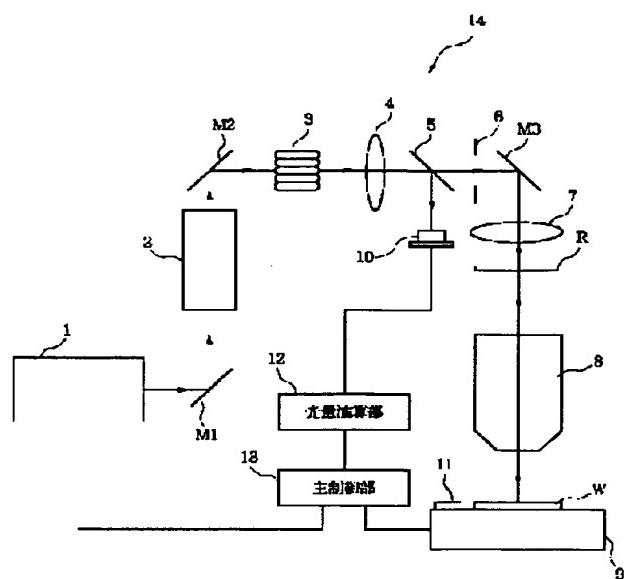
【図6】半導体デバイスの製造フローを示す図である。

【図7】図6のウエハープロセスを示す図である。

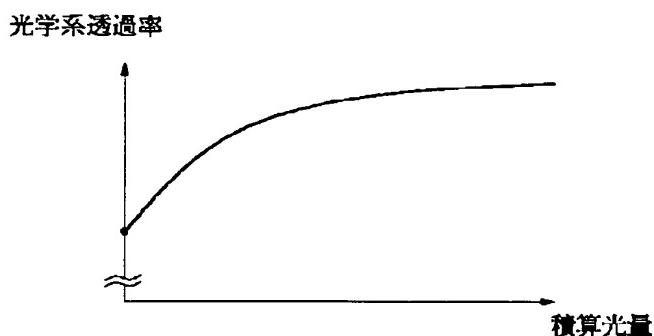
【符号の説明】

- 1 エキシマレーザー
- 2 ビーム整形光学系
- 3 オプティカルインテグレーター
- 4 レンズ
- 5 ビームスプリッター
- 6 マスキングブレード
- 7 レンズ
- 8 投影光学系
- 9 XYステージ
- 10 光検出器
- 11 照度計
- 12 光量演算部
- 13 主制御部
- 14 照明光学系
- M1 折り曲げミラー
- M2 折り曲げミラー
- M3 折り曲げミラー
- R レチクル
- W ウエハ

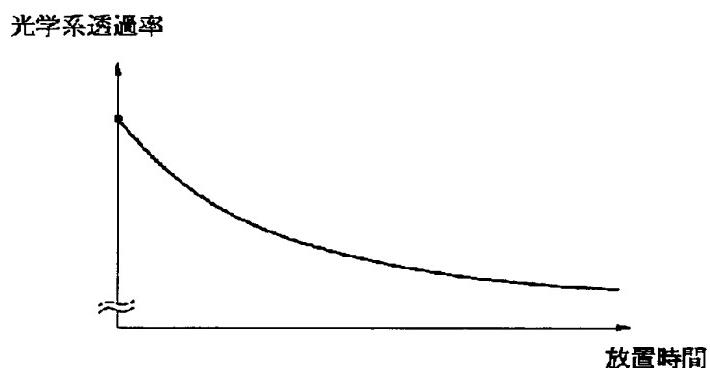
【図 1】



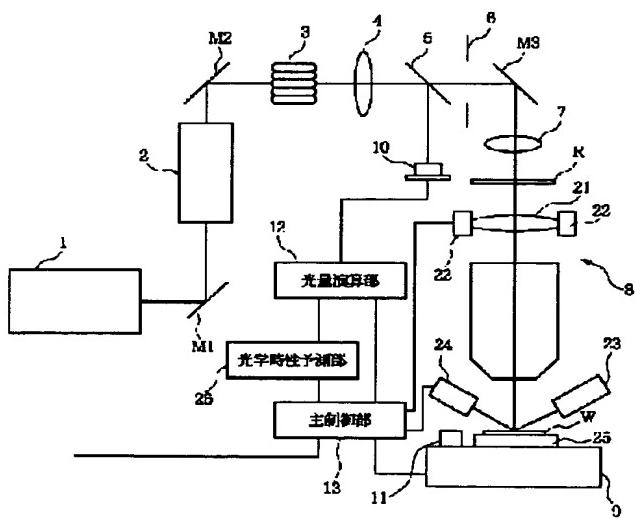
【図 2】



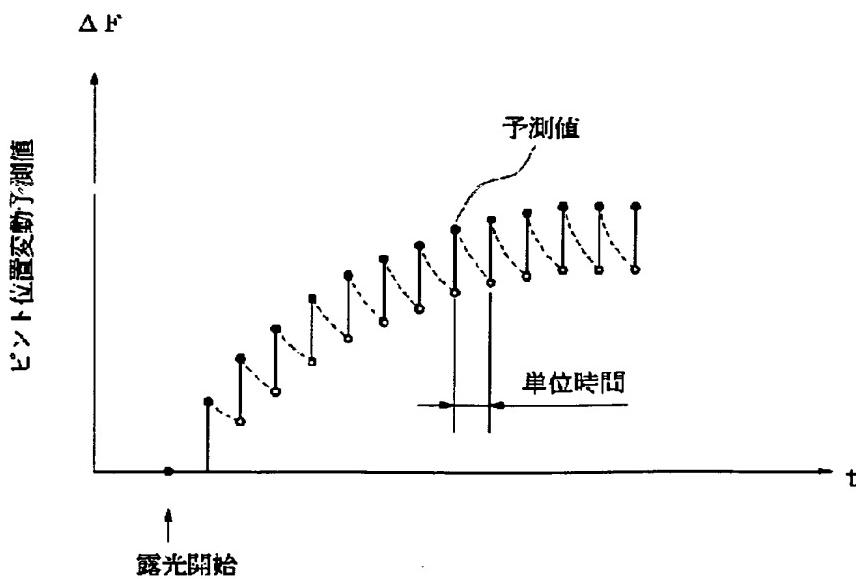
【図 3】



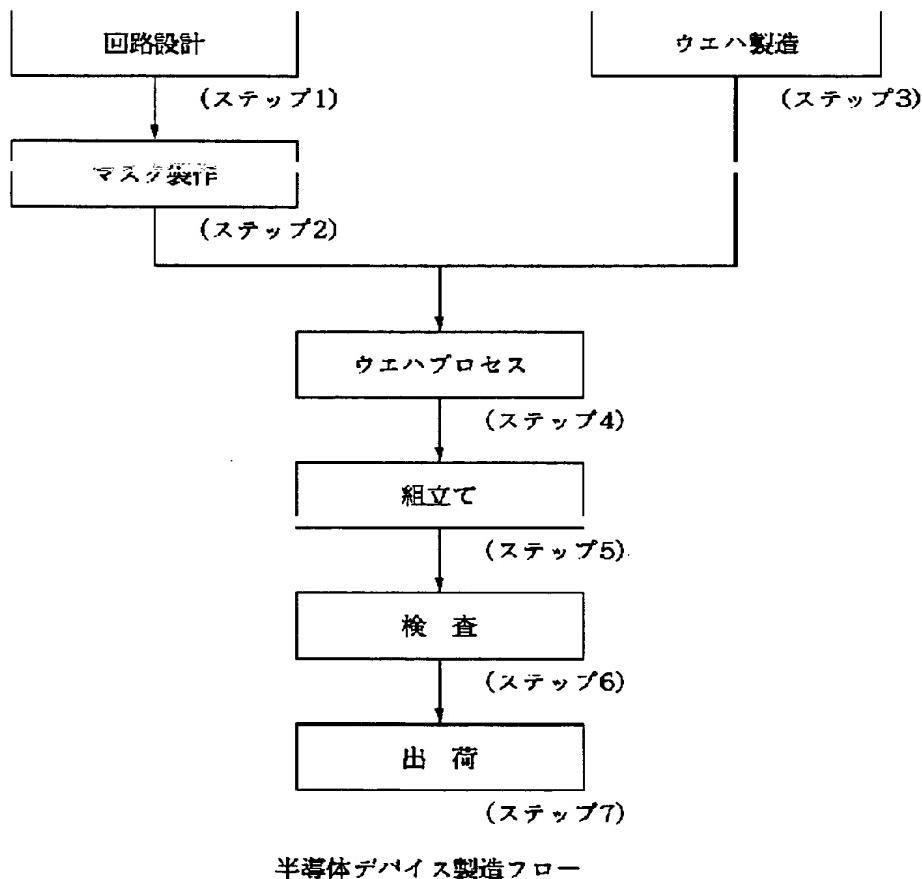
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図7】

